

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-222764

(43)Date of publication of application : 08.08.2003

(51)Int.Cl.

G02B 6/42  
H01L 31/0232  
H01S 5/022

(21)Application number : 2002-019541

(71)Applicant : KYOCERA CORP

(22)Date of filing : 29.01.2002

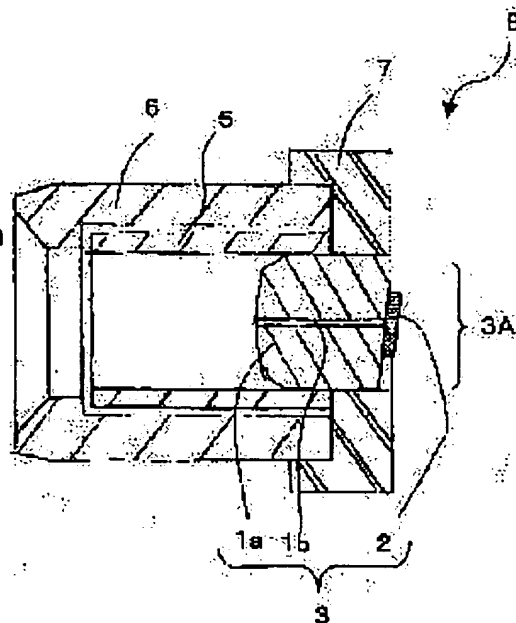
(72)Inventor : MOROOKA TAKAYOSHI  
KONOSHITA NAOKI

(54) FIBER STUB, AND LIGHT RECEPTACLE AND OPTICAL MODULE USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To attain low loss, high reliability and a low cost without needing polishing technique in an optical element side end face of a fiber stub.

SOLUTION: In the fiber stub 3 fixing an optical fiber 1b in a through hole of a ferrule 1a, one end face of the optical fiber 1b is made 0.1  $\mu\text{m}$  or greater of surface roughness  $R_a$ , and an adhesive layer 2 of 1.35-1.6 of a refractive index is formed on the surface.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

16.07.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The fiber stub which is a fiber stub which fixed the optical fiber to the through tube of a ferrule, and is characterized by forming the adhesives layer of refractive indexes 1.35-1.6 in the front face while making one end face of an optical fiber at least more than surface roughness Ra0.1micrometer.

[Claim 2] The fiber stub according to claim 1 characterized by the viscosity before hardening of the above-mentioned adhesives layer being 300,000 or less CPS.

[Claim 3] The fiber stub characterized by forming the sheet glass of refractive indexes 1.35-1.6 in the top face of the adhesives layer in a fiber stub according to claim 1 or 2.

[Claim 4] The optical receptacle characterized by equipping the end section periphery with a holder while inserting a fiber stub given in any [ claim 1 thru/or ] of 3 they are in the end section of the inner hole of a sleeve and carrying out the interior of them to a sleeve case.

[Claim 5] The optical module characterized by attaching in the end side of an optical receptacle according to claim 4 the case which contained the light corpuscle child.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technique in which invention belongs] This invention relates to the optical receptacle which used a fiber stub and this, and an optical module.

[0002]

[Description of the Prior Art] The optical module for changing a lightwave signal into an electrical signal contains light corpuscle children, such as semiconductor laser and a photodiode, in a case, and has structure which leads an optical fiber, and introduces or derives a lightwave signal.

[0003] The optical module of the receptacle mold which connected the connector among the above-mentioned optical modules connects an optical connector 34 to the other end while equipping the end of the optical receptacle 28 with the light corpuscle child 29, as shown in drawing 4.

[0004] The above-mentioned optical receptacle 28 is constituted by pressing fit or adhesion fixing them at the sleeve case 26 while fixing to a holder 27 the end section of the fiber stub 23 obtained by carrying out insertion immobilization of the optical fiber 21b which becomes the through tube of ferrule 21a which consists of ceramic ingredients, such as a zirconia and an alumina, like drawing 4, and this ferrule 21a from quartz glass etc. by press fit or adhesion and inserting in the inner hole of a sleeve 25.

[0005] When it constitutes the optical module 32 using the further above-mentioned optical receptacle 28 The case 31 which equipped end-face 23A equipped with the fiber stub 23 of the optical receptacle 28 with the light corpuscle child 29 and the lens 30 is joined. From another end-face side of the optical receptacle 28, plug ferrule 33a can be inserted into a sleeve 25, the end face of optical fiber 21b and the end face of optical fiber 33b can be made to be able to contact, and a lightwave signal can be exchanged.

[0006] The outer-diameter tolerance of Ferrules 21a and 33a is \*\*1 micrometer or less, there is a core which is the diameter of about 10 micrometers which a lightwave signal spreads at the core of the optical fibers 21b and 33b with which the inner hole was equipped, and in order that it may consider the cores of each optical fibers 21b and 33b as little connection of loss, the fiber stub 23 and plug ferrule 33a are held by the sleeve 25 at stability and high degree of accuracy.

[0007] The end face of optical fiber 21b in the above-mentioned fiber stub 23 Mirror polishing is carried out to the curved surface with a radius of curvature of about 5-30mm with ferrule 21a which inserts in optical fiber 21b in order to reduce the connection loss at the time of contact. The end face of the opposite side In order to prevent the reflected light from which the light outgoing radiation was done [ light ] by the light corpuscle children 29, such as LD, reflects by the point of optical fiber 21b, and returns to a light corpuscle child, mirror polishing is carried out to the about 4-10-degree inclined plane with ferrule 21a which inserts in optical fiber 21b.

[0008] After it is precise and this mirror polishing is performed to the end face of optical fiber 21b with high precision by low loss in the light from the light corpuscle child 29, incidence and in order to carry out outgoing radiation, and it carries out the grinding process of the end-face 23A of the fiber stub 23 to an inclined plane, it obtains a highly precise end face by grinding making that particle size fine using a

diamond particle.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] however, the time of carrying out mirror polishing of the end-face 23A of the fiber stub 23 in the case of an optical module as shown in drawing 4 -- high -- the diamond of a high degree of hardness had to be used for [ ceramics ] carrying out polish processing, and it had the grinding process and the fault that processing cost was very high for ferrule 21a which consists of ceramics, such as a degree of hardness zirconia and an alumina.

[0010] Moreover, ferrule 21a was the ceramics, since optical fiber 21b was formed from the quartz, respectively, it tended to attach a blemish to the end face of optical fiber 21b which becomes coincidence from quartz glass with grinding waste and polishing waste at the time of processing of the ceramics about the end face which consists of these different quality of the materials grinding and in order to grind, and the very high processing technique was required for it.

[0011] Furthermore, in order that the end face of optical fiber 21b might carry out installation or mirror polishing precise for the purpose to derive for a lightwave signal by low loss, after it carried out the grinding process of the end face to the inclined plane, it had to be ground making particle size of a diamond fine gradually, and had required great floor to floor time.

[0012]

[Means for Solving the Problem] The fiber stub of this invention is a fiber stub which fixed the optical fiber to the through tube of a ferrule, and it is characterized by forming the adhesives layer of refractive indexes 1.35-1.6 in the front face while it makes one end face of an optical fiber at least more than surface roughness Ra0.1micrometer.

[0013] Moreover, the fiber stub of this invention is characterized by the viscosity before hardening of the above-mentioned adhesives layer being 300,000 or less CPS.

[0014] Furthermore, the fiber stub of this invention forms the sheet glass of refractive indexes 1.35-1.6 in the top face of the above-mentioned adhesives layer, and is characterized by things.

[0015] Furthermore, the optical receptacle of this invention is characterized by equipping the end section periphery with a holder while it inserts the above-mentioned fiber stub in the end section of the inner hole of a sleeve and carries out the interior of them to a sleeve case.

[0016] The optical module of this invention is characterized by attaching in the end side of the above-mentioned optical receptacle the case which contained the light corpuscle child further again.

[0017] According to the fiber stub of this invention, since the adhesives of refractive indexes 1.35-1.6 were applied to the front face while making surface roughness more than Ra0.1micrometer for one end face of an optical fiber at least, the end face of an optical fiber can use the field which carried out the grinding process, it does not have to carry out mirror polishing, and it can acquire a mirror plane easily only by applying adhesives. Moreover, while adhesives enter into the irregularity of the end face of an optical fiber and being able to connect with it firmly, when it uses as an optical module by what the refractive index of adhesives is mostly made into the equal for with the refractive index of an optical fiber, the incident light from a light corpuscle child can be received efficiently, and the optical transmission loss by reflection to a light corpuscle child etc. can be prevented.

[0018] Moreover, according to the fiber stub of this invention, since the viscosity of the above-mentioned adhesives is 300,000 or less CPS, adhesives enter into the minute irregularity of the end face of an optical fiber, and can paste up firmly.

[0019] Furthermore, according to the fiber stub of this invention, since the sheet glass of refractive indexes 1.35-1.6 was stuck on the top face of the above-mentioned adhesives, when it uses as an optical module, optical transmission loss can be reduced more from the ability of the end face which receives the light from a light corpuscle child and is reflected to be made into the flat field which is a mirror plane.

[0020] Furthermore, while according to this invention inserting a fiber stub in the end section of the inner hole of a sleeve and carrying out the interior of them to a sleeve case An optical receptacle is obtained by equipping the end section periphery with a holder. Furthermore, since the case which contained the light corpuscle child can be attached in the end side of an optical receptacle and an optical

module can be obtained, the incident light from a light corpuscle child can be received efficiently, the optical transmission loss by reflection to a light corpuscle child etc. can be prevented, and a reliable optical module can be obtained.

[0021]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained based on a drawing.

[0022] Drawing 1 is the sectional view showing 1 operation gestalt of the optical receptacle which used the fiber stub and this fiber stub of this invention. Ferrule 1a, The fiber stub 3 obtained by the through tube of this ferrule 1a by carrying out insertion immobilization of the optical fiber 1b is inserted in the end section of the inner hole of a sleeve 5, and while pressing fit or adhesion fixing and carrying out the interior of them to the sleeve case 6, it is constituted by fitting a holder 7 into the end section periphery.

[0023] Moreover, when it constitutes an optical module using the above-mentioned optical receptacle 8 To the end-face 3A side equipped with the fiber stub 3 of the optical receptacle 8 as shown in drawing 2 Join the case 11 equipped with the lens 10 with the light corpuscle child 9, and the optical connector 14 which comes to carry out insertion maintenance of the optical fiber 13b is inserted into a sleeve 5 from another end-face side of the optical receptacle 8 at the through tube of plug ferrule 13a. The end face of optical fiber 1b and the end face of optical fiber 13b can be made to be able to contact, and a lightwave signal can be exchanged.

[0024] The above-mentioned fiber stub 3 becomes the through tube of ferrule 1a which consists of ceramics, such as a zirconia and an alumina, and this ferrule 1a from optical fiber 1b by which insertion immobilization was carried out.

[0025] Moreover, in order for the end face of the above-mentioned fiber stub 3 to reduce connection loss with an optical connector, it is processed with a radius of curvature of about 5-30mm in the shape of a curved surface. In order that other-end side 3A may prevent the reflected light from which the light outgoing radiation was done [ light ] by light corpuscle children, such as LD, reflects by the end face of optical fiber 1b, and returns to a light corpuscle child, the about 4-10-degree inclined plane is formed. It is important that adhesives 2 are applied to 0.1 micrometers or more and the top face of those for the surface roughness by Ra.

[0026] By what end-face 3A of the above-mentioned fiber stub 3 is set to 0.1 micrometers or more for by surface roughness Ra, adhesives enter into the irregularity of the end face of optical fiber 1b, and it can connect firmly. In addition, in order to set surface roughness of end-face 3A to 0.1 micrometers or more by Ra, after inserting optical fiber 1b in ferrule 1a, it can obtain easily by carrying out the grinding process of the end-face 3A by the surface grinder, dicing, etc.

[0027] Moreover, the adhesives layer 2 formed in each above-mentioned end-face 3A When a refractive index is specified as the thing of 1.35-1.6 and optical fiber 1b is generally formed with the quartz, By what the refractive index of a quartz is about 1.457 and the refractive index of the adhesives layer 2 is mostly made into the equal for with the refractive index of this optical fiber 1b When it uses as an optical module, the incident light from the light corpuscle child 9 can be received efficiently, and the optical transmission loss by reflection to the light corpuscle child 9 etc. can be prevented.

[0028] In addition, the refractive index of the above-mentioned adhesives layer 2 can reduce optical transmission loss, so that it is close to the refractive index of the core of optical fiber 1b, and it shows the refractive index after adhesives harden.

[0029] Moreover, although surface roughness of end-face 3A of the fiber stub 3 was made more than Ra0.1micrometer here, more than surface roughness Ra0.1micrometer, then the same effectiveness can be acquired for the end face by the side of the light corpuscle child 9 of optical fiber 1b at least.

[0030] Furthermore, as for the above-mentioned adhesives layer 2, it is desirable that the viscosity before hardening is 300,000 or less CPS, and in case adhesives are applied, it enters into the minute irregularity of the end face of optical fiber 1b, and can be pasted up firmly. If the above-mentioned viscosity exceeds 300,000CPS, adhesives do not enter into the irregularity of the end face of optical fiber 1b, and it cannot paste up firmly. In addition, it is more desirable to set the above-mentioned viscosity to 20,000 or less CPS, and since it enters into the irregularity of the end face of optical fiber 1b

easily, it can paste up firmly.

[0031] As such adhesives, can use ultraviolet curing molds, such as an epoxy system, an acrylate system, and an inorganic system, a light hardening mold, and heat-curing mold adhesives, and these adhesives are only stiffened. Only by applying adhesives to end-face 3A of the fiber stub 3 containing the end face of optical fiber 1b, since surface roughness after hardening can be made into a very smooth field 0.1 micrometers or less by Ra. By the minute blemish of the end face of optical fiber 1b, the reflected light which returns to a light corpuscle child can be prevented, and optical transmission loss can be performed with a very small thing.

[0032] Next, other operation gestalten of this invention are explained based on drawing 3.

[0033] In the fiber stub 3 shown in drawing 3, the adhesives layer 2 is formed in end-face 3A by the side of a light corpuscle child like the fiber stub 3 shown in above-mentioned drawing 1, and the sheet glass 4 of refractive indexes 1.35-1.6 is formed further. Beforehand, since the front face of the above-mentioned sheet glass 4 is the field in which the surface roughness is in the mirror plane condition 0.1 micrometers or less by Ra, and the display flatness of the front face was excellent, when it is not necessary to give mirror polishing to the end face of optical fiber 1b and uses as an optical module, it can carry out carrier luminescence of the incident light and the reflected light from the light corpuscle child 9 efficient, and can make optical transmission loss a still smaller thing.

[0034] Moreover, the above-mentioned sheet glass 4 may consist of quartz glass, borosilicated glass, Pyrex (trademark) glass, etc., and may form an antireflection film in the front face of sheet glass 4.

[0035] As for the sleeve 5 which inserts these fiber stub 3, it is desirable to consist of ingredients, such as a zirconia of abrasion resistance and high intensity, an alumina, and copper, and to be formed from the same ceramics as ferrule 1a.

[0036] In addition, as for the surface roughness of the peripheral face of the above-mentioned ferrule 1a, and the inner skin of a sleeve 5, it is desirable to be referred to as 0.2 micrometers or less by Ra in consideration of both insertion nature, and the bore tolerance of the outer diameter of ferrule 1a and a sleeve 5 makes connection loss small by being referred to as  $\pm 1$  micrometer or less. Moreover, in order to hold ferrule 1a certainly, as for the bore of the above-mentioned sleeve 5, it is desirable to design so that it may become press fit of 1 or less Kg.

[0037] Furthermore, it is fixed to the holder 7 which becomes the end section periphery of ferrule 1a from stainless steel etc. by press fit or adhesion, and press fit or adhesion is fixing the sleeve case 6 to the holder 7. As for the sleeve case 6, it is desirable for it to be formed with broad ingredients, such as stainless steel, copper, iron, nickel, plastics, a zirconia, and an alumina, and to form according to the quality of the material which has the same coefficient of thermal expansion as the holder 7 with which a periphery is equipped especially.

[0038] In addition, various modification is possible if the optical receptacle of this invention is within the limits which is not limited to an above-mentioned operation gestalt and does not deviate from the summary of this invention.

[0039]

[Example] Here, the example of this invention is explained.

[0040] First, the optical receptacle sample of this invention as shown in drawing 1 was produced.

[0041] After carrying out a grinding process so that it may become surface roughness as shows the end face by the side of the light corpuscle child of an optical fiber in Table 1 while inserting in the optical fiber which becomes the through tube of the ferrule which consists of a zirconia from a quartz (refractive index 1.45), as shown in drawing 1, as shown in Table 1 at the end face, an adhesives layer is formed and a fiber stub is formed.

[0042] In addition, the fiber stub which formed the sheet glass of a refractive index 1.45 in the top face of an adhesives layer further is also prepared.

[0043] Subsequently, press fit immobilization of the obtained fiber stub was carried out at the holder which consists of stainless steel, the sleeve which becomes the end section periphery of a fiber stub from a zirconia was put, and the optical receptacle sample was prepared by carrying out press fit immobilization of the sleeve case which consists of stainless steel at a holder.

[0044] Moreover, as an example of a comparison, by the same quality of the material as \*\*\*\*, and the approach, the fiber stub was formed, the end face by the side of the light corpuscle child of an optical fiber was processed into less than 0.1 micrometers by Ra by mirror polishing, and the optical receptacle sample was prepared.

[0045] Furthermore, the optical receptacle sample which forms a fiber stub, processes the end face by the side of the light corpuscle child of an optical fiber into 0.03 micrometers by Ra by mirror polishing, and does not apply adhesives to the end face by the same quality of the material as \*\*\*\* and the approach as a conventional example was prepared.

[0046] The floor to floor time of the end face by the side of the light corpuscle child of each sample was measured, and it measured from the amount of the light which inserts an optical connector from a sleeve side and carries out outgoing radiation of the connection loss of a fiber stub from a holder side.

[0047] Moreover, the -40 to +85 degrees C heat cycle test was performed for each sample. And it considered as the thing success in which adhesives do not exfoliate, and what exfoliated was evaluated as a rejection.

[0048] The result is shown in Table 1.

[0049]

[Table 1]

試料 No.	光ファイバの 端面の表面粗さ Ra( $\mu$ m)	接着剤		板ガラス	加工時間 (分)	接続損失 (dB)	温度サイクル結果
		屈折率	粘度 (CPS)				
*1	0.01	1.45	20,000	無し	15	0.25	不合格(剥離)
*2	0.03	1.47	20,000	無し	14	0.25	不合格(剥離)
*3	0.05	1.45	20,000	無し	12	0.25	不合格(剥離)
*4	0.07	1.45	20,000	無し	10	0.25	不合格(剥離)
5	0.1	1.45	20,000	無し	3	0.25	合格
6	0.2	1.45	20,000	無し	1	0.25	↑
*7	0.1	1.3	20,000	無し	3	0.50	↑
8	0.1	1.35	20,000	無し	3	0.29	↑
9	0.1	1.45	20,000	無し	3	0.25	↑
10	0.1	1.6	20,000	無し	3	0.28	↑
*11	0.1	1.7	20,000	無し	3	0.80	↑
12	0.1	1.45	20,000	有り	3	0.20	↑
13	0.1	1.45	300,000	有り	3	0.24	↑
14	0.1	1.45	350,000	無し	3	0.75	↑
15	0.1	1.45	300,000	無し	3	0.33	↑
16	0.1	1.45	20,000	無し	3	0.25	↑
17	0.1	1.45	10,000	無し	3	0.23	↑
*18	0.03	無し	無し	無し	14	0.25	—

\*を付した試料は本発明の請求範囲外を示す。

[0050] While its floor to floor time was as short as 1 - 3 minutes since the end face of an optical fiber was used for the sample (No.5, 6, 8-10, 12, 13, 15-17) which applied the adhesives of refractive indexes 1.35-1.6 to the end face of an optical fiber with a grinding side and it could make connection loss as small as 0.23-0.33dB so that clearly from Table 1, adhesives did not exfoliate by the heat cycle test.

[0051] It turned out [ 0.2-0.29, and ] that especially the sample (12 No. 13) by which the viscosity of adhesives formed sheet glass in the sample (5, 6, 8, 9, 10, 12, 16) and adhesives of 300,000 or less CPS is very small.

[0052] On the other hand, connection loss was [ the small sample (No.7) and the sample (No.11) with the as big refractive index of adhesives as 1.7 ] very as large [ the refractive index of the adhesives



applied to the end face of an optical fiber ] as 0.5dB and 0.80dB respectively to the refractive index 1.45 of the core of 1.3 and an optical fiber.

[0053] Moreover, although connection loss is as small as 0.25dB, since mirror plane polishing of the end face of an optical fiber was carried out, floor to floor time has taken 10 to 15 minutes, and, as for the sample (No.1-4) which is an example of a comparison, adhesives exfoliated from the end face of an optical fiber by the heat cycle test. Similarly, also in the sample (No.18) which is the conventional example, 14 minutes and a \*\*\*\*\* found floor to floor time.

[0054]

[Effect of the Invention] According to the fiber stub of this invention, since the adhesives of refractive indexes 1.35-1.6 were applied to the front face while setting surface roughness of the optical fiber end face by the side of a light corpuscle child to 0.1 micrometers or more by Ra at least, while the end face of an optical fiber can use the field which carried out the grinding process, it is not necessary to carry out mirror polishing of it, and it can acquire a mirror plane easily only by applying adhesives. Moreover, while adhesives enter into the irregularity of the end face of an optical fiber and being able to connect with it firmly, when it uses as an optical module by what the refractive index of adhesives is mostly made into the equal for with the refractive index of an optical fiber, the incident light from a light corpuscle child can be received efficiently, and the optical transmission loss by reflection to a light corpuscle child etc. can be reduced.

[0055] Moreover, according to the fiber stub of this invention, since the viscosity of the above-mentioned adhesives is 300,000 or less CPS, adhesives enter into the minute irregularity of the end face of an optical fiber, and can paste up firmly.

[0056] Furthermore, according to the fiber stub of this invention, since the sheet glass of refractive indexes 1.35-1.6 was stuck on the top face of the above-mentioned adhesives, when it uses as an optical module, optical transmission loss can be reduced more from the ability of the end face which receives the light from a light corpuscle child and is reflected to be made into the flat field which is a mirror plane.

[0057] Furthermore, while according to this invention inserting a fiber stub in the end section of the inner hole of a sleeve and carrying out the interior of them to a sleeve case An optical receptacle is obtained by equipping the end section periphery with a holder. Furthermore, since the case which contained the light corpuscle child can be attached in the end side of an optical receptacle and an optical module can be obtained, the incident light from a light corpuscle child can be received efficiently, the optical transmission loss by reflection to a light corpuscle child etc. can be prevented, and a reliable optical module can be obtained.

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-222764  
(P2003-222764A)

(43) 公開日 平成15年8月8日 (2003.8.8)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト* (参考)
G 0 2 B 6/42		C 0 2 B 6/42	2 H 0 3 7
H 0 1 L 31/0232		H 0 1 S 5/022	5 F 0 7 3
H 0 1 S 5/022		H 0 1 L 31/02	C 5 F 0 8 8

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2002-19541(P2002-19541)

(22) 出願日 平成14年1月29日 (2002.1.29)

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田島羽殿町 6 番地

(72) 発明者 曙岡 高義

北海道北見市豊地30番地 京セラ株式会社

北海道北見工場内

(72) 発明者 此下 直樹

北海道北見市豊地30番地 京セラ株式会社

北海道北見工場内

F ターム (参考) 2H037 AA00 BA03 BA32 CA10 CA14

DA03 DA04 DA05

5F073 AB27 AB28 FA07 FA08

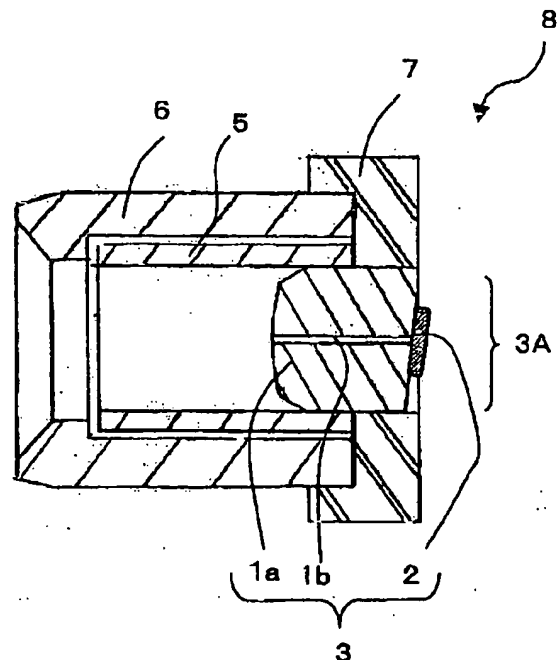
5F088 BA16 JA12 JA14

(54) 【発明の名称】 ファイバスタブとこれを用いた光レセプタクル及び光モジュール

(57) 【要約】

【課題】ファイバスタブの光素子側の端面において、研磨技術が必要とせず、低損失、高信頼性、低コストを実現する。

【解決手段】フェルール1 aの貫通孔に光ファイバ1 bを固定したファイバスタブ3であって、光ファイバ1 bの一方の端面を表面粗さRa 0.1  $\mu$ m以上とするとともに、その表面に屈折率1.35~1.6の接着剤層2を形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】フェルールの貫通孔に光ファイバを固定したファイバスタブであって、少なくとも光ファイバの一方の端面を表面粗さRa0.1 $\mu$ m以上とするとともに、その表面に屈折率1.35~1.6の接着剤層を形成したことを特徴とするファイバスタブ。

【請求項2】上記接着剤層の硬化前の粘度が300,000CPS以下であることを特徴とする請求項1に記載のファイバスタブ。

【請求項3】請求項1または2に記載のファイバスタブにおける接着剤層の上面に屈折率1.35~1.6の板ガラスを形成したことを特徴とするファイバスタブ。

【請求項4】請求項1乃至3の何れかに記載のファイバスタブをスリーブの内孔の一端部に挿入し、それらをスリーブケースに内装するとともに、その一端部外周にホルダを装着したことを特徴とする光レセプタクル。

【請求項5】請求項4に記載の光レセプタクルの一端面に光素子を収納したケースを取り付けたことを特徴とする光モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術】本発明は、ファイバスタブとこれを用いた光レセプタクル及び光モジュールに関するものである。

【0002】

【従来の技術】光信号を電気信号に変換するための光モジュールは、半導体レーザーやフォトダイオード等の光素子をケース内に収納し、光ファイバを通じて光信号を導入又は導出するような構造となっている。

【0003】上記光モジュールのうちコネクタを接続するようにしたレセプタクル型の光モジュールは、図4に示すように光レセプタクル28の一端に光素子29を備えたとともに、他端に光コネクタ34を接続するものである。

【0004】上記光レセプタクル28は、図4のようにジルコニア、アルミナ等のセラミック材料からなるフェルール21aと、該フェルール21aの貫通孔に石英ガラス等からなる光ファイバ21bを挿入固定して得られたファイバスタブ23の一端部をホルダ27に圧入又は接着により固定し、スリーブ25の内孔に挿入するとともに、それらをスリーブケース26に圧入又は接着固定することによって構成されている。

【0005】さらに上述の光レセプタクル28を用いて光モジュール32を構成する場合は、光レセプタクル28のファイバスタブ23を備えた端面23Aに、光素子29とレンズ30を備えたケース31を接合し、光レセプタクル28のもう一方の端面側よりスリーブ25内にプラグフェルール33aを挿入し、光ファイバ21bの端面と光ファイバ33bの端面とを当接させ、光信号のやりとりを行うことができる。

【0006】フェルール21a、33aの外径公差は±1 $\mu$ m以下で、その内孔に備えられた光ファイバ21b、33bの中心には光信号が伝搬する直径10 $\mu$ m程度のコアがあり、各光ファイバ21b及び33bのコア同士を損失の少ない接続とするため、スリーブ25によってファイバスタブ23及びプラグフェルール33aを安定且つ高精度に保持されている。

【0007】上記ファイバスタブ23における光ファイバ21bの端面は、当接時の接続損失を減らすために光ファイバ21bを挿通するフェルール21aとともに曲率半径5~30mm程度の曲面に鏡面研磨されており、反対側の端面は、LD等の光素子29から出射された光が光ファイバ21bの先端部で反射して光素子に戻る反射光を防止するため、光ファイバ21bを挿通するフェルール21aとともに4~10°程度の傾斜面に鏡面研磨されている。

【0008】この鏡面研磨は、光ファイバ21bの端面に光素子29からの光を低損失で入射及び出射するため、精密で高精度に行われ、ファイバスタブ23の端面23Aを傾斜面に研削加工した後、ダイヤモンド粒子を用いてその粒径を細かくしながら研磨することによって、高精度な端面を得るようにするものである。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図4に示すような光モジュールの場合、ファイバスタブ23の端面23Aを鏡面研磨する際、高硬度なジルコニア、アルミナ等のセラミックスからなるフェルール21aを研削加工、研磨加工するにはセラミックスより高硬度のダイヤモンドを用いなければならず、加工コストが非常に高いという欠点を有していた。

【0010】また、フェルール21aはセラミックスで、光ファイバ21bは石英からそれぞれ形成されているため、これらの異なる材質からなる端面を同時に研削及び、研磨するため、セラミックスの加工時の研削くずや、研磨くずによって、石英ガラスからなる光ファイバ21bの端面に傷を付けやすく、極めて高い加工技術が必要であった。

【0011】さらに、光ファイバ21bの端面は、光信号を低損失で導入または、導出する目的で精密な鏡面研磨をしなければならないため、端面を傾斜面に研削加工した後、徐々にダイヤモンドの粒径を細かくしながら研磨しなければならない、多大な加工時間を要していた。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明のファイバスタブは、フェルールの貫通孔に光ファイバを固定したファイバスタブであって、少なくとも光ファイバの一方の端面を表面粗さRa0.1 $\mu$ m以上とするとともに、その表面に屈折率1.35~1.6の接着剤層を形成したことを特徴とするものである。

【0013】また、本発明のファイバスタブは、上記接

着剤層の硬化前の粘度が300,000CPS以下であることを特徴とするものである。

【0014】さらに、本発明のファイバスタブは、上記接着剤層の上面に屈折率1.35～1.6の板ガラスを形成しことを特徴とするものである。

【0015】またさらに、本発明の光レセプタクルは、上記ファイバスタブをスリーブの内孔の一端部に挿入し、それらをスリーブケースに内装するとともに、その一端部外周にホルダを装着したことを特徴とするものである。

【0016】さらにまた、本発明の光モジュールは、上記光レセプタクルの一端面に光素子を収納したケースを取り付けたことを特徴とするものである。

【0017】本発明のファイバスタブによれば、少なくとも光ファイバの一方の端面を表面粗さをRa0.1μm以上とするとともに、その表面に屈折率1.35～1.6の接着剤を塗布したことから、光ファイバの端面は研削加工した面を用いることができ、鏡面研磨する必要がなく、接着剤を塗布するだけで容易に鏡面を得ることができる。また、光ファイバの端面の凹凸に接着剤が入り込み強固に接続できるとともに、接着剤の屈折率を光ファイバの屈折率とほぼ等しいものとしておくことによって、光モジュールとして用いた際、光素子からの入射光を効率よく受光し、光素子への反射等による光伝送損失を防止することができる。

【0018】また、本発明のファイバスタブによれば、上記接着剤の粘度が300,000CPS以下であることから、接着剤が光ファイバの端面の微小な凹凸に入り込んで強固に接着することができる。

【0019】さらに、本発明のファイバスタブによれば、上記接着剤の上面に屈折率1.35～1.6の板ガラスを貼り付けたことから、光モジュールとして用いた際、光素子からの光を受光、反射する端面を、鏡面で、且つ平坦な面とすることができることから、より光伝送損失を低減させることができる。

【0020】またさらに、本発明によれば、ファイバスタブをスリーブの内孔の一端部に挿入し、それらをスリーブケースに内装するとともに、その一端部外周にホルダを装着することによって光レセプタクルを得、さらに、光レセプタクルの一端面に光素子を収納したケースを取り付けて光モジュールを得ることができることから、光素子からの入射光を効率よく受光し、光素子への反射等による光伝送損失を防止し、信頼性の高い光モジュールを得ることができる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基いて説明する。

【0022】図1は、本発明のファイバスタブ及びこのファイバスタブを用いた光レセプタクルの一実施形態を示す断面図であり、フェルール1aと、該フェルール1

aの貫通孔に光ファイバ1bを挿入固定して得られたファイバスタブ3をスリーブ5の内孔の一端部に挿入し、それらをスリーブケース6に圧入又は接着固定して内装するとともに、その一端部外周にホルダ7を嵌合することによって構成されている。

【0023】また、上述の光レセプタクル8を用いて光モジュールを構成する場合は、図2に示すように光レセプタクル8のファイバスタブ3を備えた端面3A側に、光素子9とレンズ10を備えたケース11を接合し、光レセプタクル8のもう一方の端面側よりスリーブ5内にプラグフェルール13aの貫通孔に光ファイバ13bを挿入保持してなる光コネクタ14を挿入し、光ファイバ1bの端面と光ファイバ13bの端面とを当接させ、光信号のやりとりを行うことができる。

【0024】上記ファイバスタブ3は、ジルコニア、アルミナ等のセラミックスからなるフェルール1aと、該フェルール1aの貫通孔に挿通固定された光ファイバ1bとからなる。

【0025】また、上記ファイバスタブ3の端面は、光コネクタとの接続損失を低減させるため曲率半径5～30mm程度の曲面状に加工され、他方の端面3AはLD等の光素子から出射された光が光ファイバ1bの端面で反射して光素子に戻る反射光を防止するため4～10°程度の傾斜面が形成されており、その表面粗さがRaで0.1μm以上、且つその上面に接着剤2が塗布されていることが重要である。

【0026】上記ファイバスタブ3の端面3Aを表面粗さRaで0.1μm以上としておくことによって、光ファイバ1bの端面の凹凸に接着剤が入り込み、強固に接続できる。なお、端面3Aの表面粗さをRaで0.1μm以上とするには、フェルール1aに光ファイバ1bを挿通した後、その端面3Aを平面研削盤、ダイシング等により研削加工することによって容易に得ることができる。

【0027】また、上記各端面3Aに形成される接着剤層2は、屈折率が1.35～1.6のものに特定され、一般に光ファイバ1bが石英で形成されている場合、石英の屈折率は1.457程度であり、接着剤層2の屈折率をこの光ファイバ1bの屈折率とほぼ等しいものとしておくことによって、光モジュールとして用いた際、光素子9からの入射光を効率よく受光し、光素子9への反射等による光伝送損失を防止することができる。

【0028】なお、上記接着剤層2の屈折率は光ファイバ1bのコアの屈折率に近いほど光伝送損失を低減させることができ、接着剤が硬化した後の屈折率を示すものである。

【0029】また、ここではファイバスタブ3の端面3Aの表面粗さをRa0.1μm以上としたが、少なくとも光ファイバ1bの光素子9側の端面を表面粗さRa0.1μm以上とすれば同様な効果を得ることができ

る。

【0030】さらに、上記接着剤層2は、硬化前の粘度が300,000CPS以下であることが好ましく、接着剤を塗布する際、光ファイバ1bの端面の微小な凹凸に入り込んで強固に接着することができる。上記粘度が300,000CPSを越えると、光ファイバ1bの端面の凹凸に接着剤が入り込まず、強固に接着することができない。なお、上記粘度を20,000CPS以下とすることがより好ましく、光ファイバ1bの端面の凹凸に容易に入り込むためより強固に接着できる。

【0031】このような接着剤として、エポキシ系、アクリレート系、無機系等の紫外線硬化型、可視光硬化型、熱硬化型接着剤を用いることができ、これら接着剤は硬化させるだけで、硬化後の表面粗さをRaで0.1μm以下の非常に滑らかな面とすることができるため、光ファイバ1bの端面を含むファイバスタブ3の端面3Aに接着剤を塗布するだけで、光ファイバ1bの端面の微小な傷によって光素子へ戻る反射光を防止でき、光伝送損失を非常に小さなものとできる。

【0032】次に本発明の他の実施形態を図3に基いて説明する。

【0033】図3に示すファイバスタブ3では、上述の図1に示すファイバスタブ3と同様に光素子側の端面3Aに接着剤層2が形成され、さらに屈折率1.35～1.6の板ガラス4が形成されている。上記板ガラス4の表面は、予め、その表面粗さがRaで0.1μm以下の鏡面状態となっており、且つその表面の平坦度が優れた面となっているため、光ファイバ1bの端面に鏡面研磨を施す必要がなく、光モジュールとして用いた際、光素子9からの入射光及び反射光を高効率に受発光でき、光伝送損失をさらに小さなものとすることができる。

【0034】また、上記板ガラス4は、石英ガラス、ほうけい酸ガラス、パイレックス（登録商標）ガラス等からなり、板ガラス4の表面に反射防止膜を形成してもよい。

【0035】これらファイバスタブ3を挿入するスリーブ5は、耐摩耗性、高強度のジルコニア、アルミナ、銅等の材料からなり、フェルール1aと同様なセラミックスから形成されることが好ましい。

【0036】なお、上記フェルール1aの外周面とスリーブ5の内周面の表面粗さは、両者の挿入性を考慮して、Raで0.2μm以下とすることが好ましく、またフェルール1aの外径とスリーブ5の内径公差は±1μm以下とすることによって接続損失を小さくしている。また、上記スリーブ5の内径はフェルール1aを確実に保持するために1Kg以下での圧入になるよう設計することが好ましい。

【0037】さらに、フェルール1aの一端部外周にステンレス等からなるホルダ7に圧入又は接着等により固定され、スリーブケース6をホルダ7に圧入又は接着等により固定されている。スリーブケース6はステンレス、銅、鉄、ニッケル、プラスチック、ジルコニア、アルミナ等の幅広い材料によって形成され、特に、外周に備えられるホルダ7と同様な熱膨張係数を有する材質によって形成することが好ましい。

【0038】なお、本発明の光レセプタクルは上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内であれば種々の変更は可能である。

【0039】

【実施例】ここで、本発明の実施例を説明する。

【0040】まず、図1に示すような本発明の光レセプタクル試料を作製した。

【0041】図1に示すようにジルコニアから成るフェルールの貫通孔に石英（屈折率1.45）からなる光ファイバを挿通するとともに、光ファイバの光素子側の端面を表1に示すような表面粗さとなるよう研削加工した後、その端面に表1に示す如く接着剤層を形成してファイバスタブを形成する。

【0042】なお、接着剤層の上面にさらに屈折率1.45の板ガラスを形成したファイバスタブも準備する。

【0043】次いで、得られたファイバスタブをステンレスからなるホルダに圧入固定し、ファイバスタブの一端部外周にジルコニアからなるスリーブを被せ、ステンレスからなるスリーブケースをホルダに圧入固定することによって光レセプタクル試料を準備した。

【0044】また、比較例として、上述と同様な材質、方法によって、ファイバスタブを形成し、光ファイバの光素子側の端面を鏡面研磨によってRaで0.1μm未満に加工し、光レセプタクル試料を準備した。

【0045】さらに、従来例として、上述と同様な材質、方法によって、ファイバスタブを形成し、光ファイバの光素子側の端面を鏡面研磨によってRaで0.03μmに加工しその端面に接着剤を塗布しない光レセプタクル試料を準備した。

【0046】各試料の光素子側の端面の加工時間を測定し、ファイバスタブの接続損失をスリーブ側から光コネクタを挿入してホルダ側から出射する光の量から測定した。

【0047】また、各試料を-40℃から+85℃の温度サイクル試験を行った。そして、接着剤が剥離しないもの合格とし、剥離したものを不合格として評価した。

【0048】その結果を表1に示す。

【0049】

【表1】

試料 No.	光ファイバの 端面の表面粗さ Ra( $\mu$ m)	接着剤		板ガラス	加工時間 (分)	接続損失 (dB)	温度サイクル結果
		屈折率	粘度 (C・S)				
*1	0.01	1.45	20,000	無し	15	0.25	不合格(剥離)
*2	0.03	1.47	20,000	無し	14	0.25	不合格(剥離)
*3	0.05	1.45	20,000	無し	12	0.25	不合格(剥離)
*4	0.07	1.45	20,000	無し	10	0.25	不合格(剥離)
5	0.1	1.45	20,000	無し	3	0.25	合格
6	0.2	1.45	20,000	無し	1	0.25	↑
*7	0.1	1.3	20,000	無し	3	0.50	↑
8	0.1	1.35	20,000	無し	3	0.29	↑
9	0.1	1.45	20,000	無し	3	0.25	↑
10	0.1	1.6	20,000	無し	3	0.28	↑
*11	0.1	1.7	20,000	無し	3	0.80	↑
12	0.1	1.45	20,000	有り	3	0.20	↑
13	0.1	1.45	300,000	有り	3	0.24	↑
14	0.1	1.45	350,000	無し	3	0.75	↑
15	0.1	1.45	300,000	無し	3	0.33	↑
16	0.1	1.45	20,000	無し	3	0.25	↑
17	0.1	1.45	10,000	無し	3	0.23	↑
*18	0.03	無し	無し	無し	14	0.25	—

\*を付した試料は本発明の請求範囲外を示す。

【0050】表1から明らかなように、光ファイバの端面に屈折率1.35～1.6の接着剤を塗布した試料(No. 5, 6, 8～10, 12, 13, 15～17)は、光ファイバの端面を研削面のまま用いることができるため加工時間が1～3分と短く、接続損失は0.23～0.33dBと小さくできるとともに、温度サイクル試験によって接着剤が剥離することもなかった。

【0051】特に、接着剤の粘度が300,000CPS以下の試料(5, 6, 8, 9, 10, 12, 16)及び接着剤に板ガラスを形成した試料(No. 12, 13)は、0.2～0.29と非常に小さいことが判った。

【0052】これに対し、光ファイバの端面に塗布した接着剤の屈折率が1.3と光ファイバのコアの屈折率1.45に対し小さい試料(No. 7)及び、接着剤の屈折率が1.7と大きな試料(No. 11)は、接続損失がそれぞれ0.5dB、0.80dBと非常に大きいものであった。

【0053】また、比較例である試料(No. 1～4)は、接続損失は0.25dBと小さいものの、光ファイバの端面を鏡面研磨しているため、加工時間が10～15分かかっており、温度サイクル試験によって接着剤が光ファイバの端面より剥離した。同様に、従来例である試料(No. 18)においても、加工時間が14分と長いことが判った。

【0054】

【発明の効果】本発明のファイバスタブによれば、少な

くとも光素子側の光ファイバ端面の表面粗さをRaで0.1 $\mu$ m以上とするとともに、その表面に屈折率1.35～1.6の接着剤を塗布したことから、光ファイバの端面は研削加工した面を用いることができるとともに鏡面研磨する必要がなく、接着剤を塗布するだけで容易に鏡面を得ることができる。また、光ファイバの端面の凹凸に接着剤が入り込み強固に接続できるとともに、接着剤の屈折率を光ファイバの屈折率とほぼ等しいものとしておくことによって、光モジュールとして用いた際、光素子からの入射光を効率よく受光し、光素子への反射等による光伝送損失を低減させることができる。

【0055】また、本発明のファイバスタブによれば、上記接着剤の粘度が300,000CPS以下であることから、接着剤が光ファイバの端面の微小な凹凸に入り込んで強固に接着することができる。

【0056】さらに、本発明のファイバスタブによれば、上記接着剤の上面に屈折率1.35～1.6の板ガラスを貼り付けたことから、光モジュールとして用いた際、光素子からの光を受光、反射する端面を、鏡面で且つ平坦な面とすることができることから、より光伝送損失を低減させることができる。

【0057】またさらに、本発明によれば、ファイバスタブをスリーブの内孔の一端部に挿入し、それらをスリーブケースに内装するとともに、その一端部外周にホルダを装着することによって光レセプタクルを得、さらに、光レセプタクルの一端面に光素子を収納したケースを取り付けて光モジュールを得ることができることから、光素子からの入射光を効率よく受光し、光素子への

反射等による光伝送損失を防止し、信頼性の高い光モジュールを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のファイバスタブ及びそれを用いた光レセプタクルの一実施形態を示す断面図である。

【図2】本発明のファイバスタブを用いた光モジュールを示す断面図である。

【図3】本発明のファイバスタブ及びそれを用いた光レセプタクルの他の実施形態を示す断面図である。

【図4】従来の光モジュールを示す断面図である。

【符号の説明】

1a：フェルール

1b：光ファイバ

2：接着剤層

3：ファイバスタブ

3A：ファイバスタブ端面

4：板ガラス

5：スリーブ

6：スリーブケース

7：ホルダ

8：光レセプタクル

9：光素子

10：レンズ

11：ケース

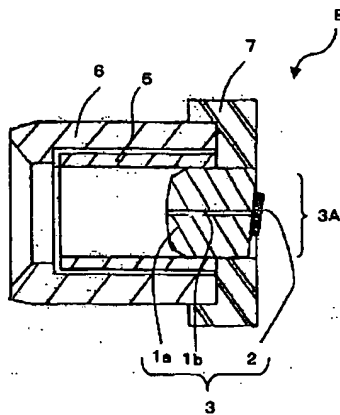
12：光モジュール

13a：プラグフェルール

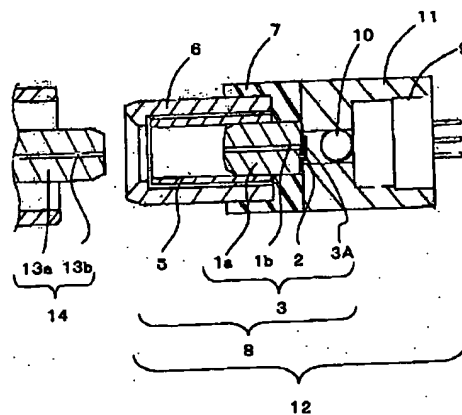
13b：光ファイバ

14：光コネクタ

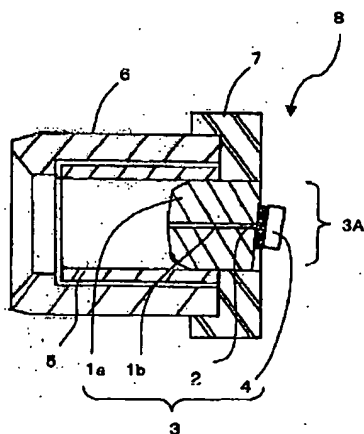
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

